

Amendment

(Amendment Under Article 11)

To: Commissioner, Patent Office

1. INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/JP02/13295

2. APPLICANT

Name	HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA
Address	1-1, Minami-Aoyama 2-chome, Minato-ku, Tokyo 107-8556
	JAPAN
Nationality	JAPAN
Residence	JAPAN

3. ATTORNEY

Name	(8197) Patent Attorney	YOSHIDA Yutaka
Address	816, Ikebukuro White House Building, 20-2,	
	Higashi Ikebukuro 1-chome, Toshima-ku, Tokyo	
	170-0013 JAPAN	

4. SUBJECT TO BE AMENDED

Specification

Claim

5. DESCRIPTION OF AMENDMENT

As stated in the annexed.

(1) Amended in Specification P. 4, L. 8, "an elastic member disposed" to --- an elastic member, that contracts in response to a load, disposed ---.

(2) Amended in Claim 1, L. 5, "an elastic member disposed" to --- an elastic

member, that contracts in response to a load, disposed ---.

6. PAPERS ATTACHED HERETO

Specification	A replaced paper of P. 4.	1
Claim	A replaced paper of P. 54.	1

(Note: the numbers of pages and lines in Specification and Claim are expressed in accordance with the English text.)

when a displacement sensor that utilize viscoelastic characteristic of an elastic member is installed at each foot such that the floor reaction force is calculated or estimated therefrom, in addition to the floor reaction force detector installed at the foot to detect the floor reaction force acting on the foot, the viscoelastic characteristic of the elastic member tends to change with temperature drift or member degradation. If a temperature sensor or the like is to be added to compensate the characteristic change, the configuration would disadvantageously be complicated.

A fourth object of the invention is, therefore, to provide a floor reaction force detection system of a legged mobile robot, in which in addition to the floor reaction force detector installed at each foot to detect the floor reaction force acting on the foot, a displacement sensor is installed at the foot such that the floor reaction force acting on the foot is calculated or estimated based on the detected value, while enabling to estimate the change of the viscoelastic characteristic due to temperature drift or degradation of the elastic member without using a temperature sensor, thereby enabling to further enhance the detection accuracy.

In order to achieve the first object, as recited in claim 1 mentioned below, the invention provides a floor reaction force detection system of a legged mobile robot having at least a body and a plurality of legs each connected to the body through a first joint and each having a foot connected to a distal end of the leg through a second joint, comprising: a displacement sensor installed at a position in or adjacent to an elastic member, that contracts in response to a load, disposed between the second joint and a floor contact end of the foot, and generating an output indicating a displacement of the floor contact end of the foot relative to the second joint; and a floor reaction force calculator that calculates a floor reaction force acting on the foot based on the output of the displacement sensor, by using a model that describes a relationship between a displacement and a stress generated in the elastic member in response to the displacement of the floor contact end of the

foot. Thus, since it is arranged to install a displacement sensor at a position in or adjacent to an elastic member disposed between the second joint and a floor contact end of the foot, that generates an output indicating a displacement of the floor contact end of the foot relative to the second joint; and a floor reaction force acting on the foot is calculated based on the output of the displacement sensor, by using a model that describes a relationship between a displacement and a stress generated in the elastic member in response to the displacement of the floor contact end of the foot, the floor reaction force can be accurately calculated, thereby enabling to control the legged mobile robot to walk more stably.

As recited in claim 2 mentioned below, the invention is arranged such that the model is described with a first spring, a damper arranged in series with the first spring and a second spring arranged in parallel with the first spring and the damper. Since it is arranged such that the model is described with a first spring, a damper arranged in series with the first spring and a second spring arranged in parallel with the first spring and the damper,

## CLAIMS

1. (Amended) A floor reaction force detection system of a legged mobile robot having at least a body and a plurality of legs each connected to the body through a first joint, and each having a foot connected to a distal end of the leg through a second joint, comprising:

(a) a displacement sensor installed at a position in or adjacent to an elastic member, that contracts in response to a load, disposed between the second joint and a floor contact end of the foot, and generating an output indicating a displacement of the floor contact end of the foot relative to the second joint; and

(b) a floor reaction force calculator that calculates a floor reaction force acting on the foot based on the output of the displacement sensor, by using a model that describes a relationship between a displacement and a stress generated in the elastic member in response to the displacement of the floor contact end of the foot.



答 弁 書


特許庁長官 殿

1. 国際出願の表示 PCT/JP02/13295

2. 出願人

名 称 本田技研工業株式会社  
HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI  
KAISHA  
あて名 〒107-8556 日本国東京都港区南青山二丁目1番1号  
1-1, Minami-Aoyama 2-chome,  
Minato-ku, Tokyo 107-8556  
JAPAN  
国 籍 日本国 Japan  
住 所 日本国 Japan

3. 代理人

氏 名 (8197) 弁理士 吉 田 豊   
YOSHIDA Yutaka  
あて名 〒170-0013 日本国東京都豊島区東池袋1丁目20番2号  
池袋ホワイトハウスビル816号  
816, Ikebukuro White House  
Building, 20-2, Higashi  
Ikebukuro 1-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 170-0013  
JAPAN

4. 通知の日付 19. 08. 03

5. 答弁の内容

(1) 国際予備審査機関による見解の要旨

本件国際出願は、請求の範囲第1項-第20項を含み、国際予備審査機関が作成した1回目の見解書において、請求の範囲第1項-第20項は産業上の利用可能性および新規性はあるが、請求の範囲第1項-第9項は進歩性なしとの見解が示されました。

上記見解の理由は、要するに次のとおりであります。

請求の範囲第1項、第4項から第8項の各発明は、いずれも国際調査報告書に記載された文献である次の文献1によって進歩性を有しない。また、請求の範囲第2項および第3項の各発明も、上記文献1および国際調査報告書に記載された文献である次の文献2によって進歩性を有しない。また、請求の範囲第9項の発明も、上記文献1および国際調査報告書に記載された文献である次の文献3によって進歩性を有しない。

文献1 : J P 2000-254888 A

文献2 : J P 8-52675 A

文献3 : 加藤友和、複数種のセンサを用いたフット付き倒立2重振子の制御、日本ロボット学会学術講演会予稿集

(2) 見解に対する反論

ご指摘の点に鑑み、別紙手続補正書をもって請求の範囲第1項を補正します。補正した請求の範囲第1項は以下を特徴とします。

請求の範囲1項

- (1) 少なくとも上体と、前記上体に第1の関節を介して連結される複数本の脚部を備えると共に、前記脚部の先端に第2の関節を介して連結される足部を備えた脚式移動ロボットにおいて、
- (2) 前記第2の関節と前記足部の接地端の間に配置された、荷重に応じて収縮する弾性体の内部および前記弾性体の付近の少なくともいずれかに設けられ、前記第2の関節に対する前記足部の接地端の変位を示す出力を生じる変位センサ、お

よび

(3) 前記変位に応じて前記弾性体に生じる変位と応力の関係を記述するモデルを用い、前記変位センサの出力に基づいて前記足部に作用する床反力を算出する床反力算出手段、を備えたこと

上記の構成を文献 1 と対比するとき、文献 1 は、構成(2)を有せず、またその起因あるいは動機づけとなる記載也没有。

これに関し、見解書において「・・・文献 1・・・には、緩衝用の弾性体によって規定される空間内にセンサを配置し、該センサによって床反力、モーメントを算出すること、上記弾性体以外にバネを設けることが記載されており、ロボットのモデル化が行われているかどうかは具体的には不明であるが、当該技術分野においてモデル化を行うことは周知の技術である。したがって、請求の範囲 1，4－7に係る発明は進歩性を有しない。・・・」と認定されておりますが、文献 1 は緩衝用の弾性体を開示せず、またその起因あるいは動機づけとなる表現もありません。

即ち、文献 1 においても、第 2 の関節と足部の接地端の間において、下板 2 1 と上板 2 2 との間に弾性体である板ばね部材 2 4 を備えますが、その図 3 (B) に良く示されるごとく、この板ばね部材 2 4 はネジ止め（固定）されることで下板 2 1 を接近させて単軸力センサ 2 3 が下板 2 1 の上面に押し当てられるように構成され、よってロボットの足が地面から離れているときにも（遊脚であるときにも）、軸力を検出できるように構成されています（段落 0 0 1 5，1 6）。換言すれば、板ばね部材 2 4 は単軸力センサ 2 3 に初期荷重（与圧）を与えるように構成されています（段落 0 0 2 2）。

さらに、かく構成することで、下板 2 1 が板ばね部材 2 4 で上板 2 2 に対して拘束され、ずれたり、振れたりすることがなく、センサ 2 3 に軸力以外の力が作用するのを防止しています（段落 0 0 3 1）。

このように、文献 1 において弾性体である板ばね部材 2 4 は、図 3 (B) から明らかな如く、本願の構成(2)でいう、荷重に応じて収縮する弾性体ではありません。



せん。

これは、文献1と本願が課題を異にすることに基づきます。

文献1は、人間型ロボットにおいて、従来の足センサが重いことから、足の荷重が増加して歩行動作を早くすることができず、その分、歩行動作の制御が困難であったこと、およびスペース的にも制約があったなどの課題を解決することを目的とし（段落0005, 6）、センサを前記したように構成して軽量化を図ることで、その課題を解決しています（段落0031から0033）。

それに対し、本願は脚式移動ロボットが歩行時に遊脚を振ることによる反力によって生じる支持脚側の鉛直軸回りのねじれを防止するために適宜なガイド部などを設ける必要があると共に、遊脚の着地時の衝撃を吸収して緩和できるように適宜な弾性を備えることが要求され、さらに安定に歩行させるには足部に作用する床反力も検出するのが望ましいという課題を解決すべく、脚式移動ロボットの足部に変位センサを配置すると共に、その出力に基づいて足部に作用する床反力を算出（推定）するようにした脚式移動ロボットの床反力検出装置を提供することを目的とし、その目的を達成するために、請求の範囲第1項において、上記のように構成しています。

本願において、上記の如く、弾性体が荷重に応じて収縮することで着地時の衝撃を緩和できると共に、その弾性体の内部あるいはその付近に変位センサを配置することでセンサをコンパクトに収納でき、さらにその出力に基づいて床反力を算出することで脚式移動ロボットを安定に歩行させることができます。

このような効果は文献1から期待することはできません。即ち、文献1は主として軽量化を図ることを課題とし、着地時の衝撃を緩和することは予定していないからです。

尚、当該技術分野においてロボットのモデル化を行うことは周知の技術と認定されていますが、一步譲ってご認定の通りとしても、文献1には本願の構成(2)が開示されず、その起因あるいは動機づけとなる記載も見当たらないことから、文献1に開示される変位センサとロボットのモデル化技術を組み合わせたとしても、本願請求の範囲第1項に係る発明に想到するのは当業者にとって容易ではな

いものと存じます。

尚、請求の範囲第2項から第7項の各発明も、それが準拠する第1項に係る発明が進歩性を有するものと思料する以上、同様に進歩性を有するものと思料する次第ですが、請求の範囲第2項および第3項について敷衍しますと、ご指摘の通り、文献2などに記載される如く、モデル化の際にバネやダンパ、あるいはオブザーバを用いることが周知の技術であるとしましても、文献1には本願の構成(2)が開示されず、その起因あるいは動機づけとなる記載も見当たらないことから、文献1に開示される変位センサと文献2のモデル化技術を組み合わせたとしても、本願請求の範囲第2項および第3項に係る発明に想到するのは当業者にとって容易ではないものと存じます。

さらに、請求の範囲第9項について答弁しますと、ご指摘の通り、文献3には複数のセンサを設けることが開示されておりますが、文献1には本願の構成(2)が開示されず、その起因あるいは動機づけとなる記載も見当たらないことから、文献1に開示される変位センサと文献3の開示技術を組み合わせたとしても、本願請求の範囲第9項に係る発明に想到するのは当業者にとって容易ではないものと存じます。

### (3) 補正の根拠

請求の範囲第1項の補正は、明細書第14頁の第12行から第14行の「この変位センサ70にあっては、足部22が接地するなどして円筒状弾性体382に圧縮方向の荷重が作用すると、円筒状弾性体382が縮み、それに伴ってスプリング703が縮む。」などを根拠とします。尚、記載された語句は「縮み」であって、「収縮」ではありませんが、両者は同義と存じます。

残余の補正は請求の範囲の記載を修正したことに伴う補正です。

従って、補正は全て新規事項を追加するものではありません。

以上

手 続 補 正 書  
(法第 11 条の規定による補正)



特許庁長官 殿

1. 国際出願の表示 PCT/JPO2/13295

2. 出願人

名 称 本田技研工業株式会社  
HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI  
KAISHA  
あて名 〒107-8556 日本国東京都港区南青山二丁目1番1号  
1-1, Minami-Aoyama 2-chome,  
Minato-ku, Tokyo 107-8556  
JAPAN  
国 籍 日本国 Japan  
住 所 日本国 Japan

3. 代理人

氏 名 (8197) 弁理士 吉 田 豊  
YOSHIDA Yutaka  
あて名 〒170-0013 日本国東京都豊島区東池袋1丁目20番2号  
池袋ホワイトハウスビル816号  
816, Ikebukuro White House  
Building, 20-2, Higashi  
Ikebukuro 1-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 170-0013  
JAPAN



4. 補正の対象 明細書

請求の範囲

5. 補正の内容 別紙の通り

(1) 明細書第3頁第15行の「の間に配置された弾性体の内部および前記弾性体の付近の少なくともいずれかに」を『の間に配置された、荷重に応じて収縮する弾性体の内部および前記弾性体の付近の少なくともいずれかに』と補正する（補正箇所の下線を付す）。

(2) 請求の範囲の第1項の第4行の「配置された弾性体」を『配置された、荷重に応じて収縮する弾性体』と補正する。

6. 添付書類の目録

明細書 第3頁の新たな用紙 1通

請求の範囲 第42頁の新たな用紙 1通

力を検出すると共に、それとは別に足部に弾性体の粘弾性特性を利用した変位センサを配置して床反力を算出（推定）するとき、弾性体の粘弾性特性は温度や劣化に依存して変化するが、温度センサなどを設けて補償するようにすると、構成が複雑となる恐れがある。

従って、この発明の第4の目的は、脚式移動ロボットの足部に床反力検出器を設けて足部に作用する床反力を検出すると共に、それとは別に足部に粘弾性特性を利用した変位センサを配置して床反力を算出（推定）するとき、温度センサを設けることなく、弾性体の温度ドリフトや劣化による粘弾性特性の変化を推定可能とし、よって検出信頼性を一層向上させるようにした脚式移動ロボットの床反力検出装置を提供することにある。

この発明は、上記した第1の目的を達成するために、後述する請求の範囲第1項に記載する如く、少なくとも上体と、前記上体に第1の関節を介して連結される複数本の脚部を備えると共に、前記脚部の先端に第2の関節を介して連結される足部を備えた脚式移動ロボットにおいて、前記第2の関節と前記足部の接地端の間に配置された、荷重に応じて収縮する弾性体の内部および前記弾性体の付近の少なくともいずれかに設けられ、前記第2の関節に対する前記足部の接地端の変位を示す出力を生じる変位センサ、および前記変位に応じて前記弾性体に生じる変位と応力の関係を記述するモデルを用い、前記変位センサの出力に基づいて前記足部に作用する床反力を算出する床反力算出手段を備える如く構成した。このように、弾性体の内部あるいはその付近に第2の関節に対する足部の接地端の変位を示す出力を生じる変位センサを設けると共に、その変位に応じて弾性体に生じる変位と応力の関係を記述するモデルを用い、変位センサの出力に基づいて足部に作用する床反力を算出する如く構成したので、床反力を精度良く算出することができ、脚式移動ロボットを一層安定に歩行させることが可能となる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第2項に記載する如く、前記モデルは、第1のバネと、前記第1のバネに直列に配列されるダンパと、前記第1のバネおよびダンパに対して並列に配列される第2のバネとから記述されるように構成した。このように、モデルが、第1のバネと、前記第1のバネに直列に配列されるダンパと、前記第1のバネおよびダンパに対して並列に配列される第2のバネ

## 請求の範囲

1. (補正後) 少なくとも上体と、前記上体に第1の関節を介して連結される複数本の脚部を備えると共に、前記脚部の先端に第2の関節を介して連結される足部を備えた脚式移動ロボットにおいて、

- a. 前記第2の関節と前記足部の接地端の間に配置された、荷重に応じて収縮する弾性体の内部および前記弾性体の付近の少なくともいずれかに設けられ、前記第2の関節に対する前記足部の接地端の変位を示す出力を生じる変位センサ、  
および
- b. 前記変位に応じて前記弾性体に生じる変位と応力の関係を記述するモデルを用い、前記変位センサの出力に基づいて前記足部に作用する床反力を算出する床反力算出手段、

を備えたことを特徴とする脚式移動ロボットの床反力検出装置。

2. 前記モデルは、第1のバネと、前記第1のバネに直列に配列されるダンパと、前記第1のバネおよびダンパに対して並列に配列される第2のバネとから記述されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボットの床反力検出装置。

3. 前記床反力算出手段は、前記ダンパの変位を推定することによって前記床反力を推定するオブザーバを備えることを特徴とする請求の範囲第2項記載の脚式移動ロボットの床反力検出装置。

4. 前記床反力算出手段が算出する床反力が、少なくとも鉛直軸方向に作用する力成分を含むことを特徴とする請求の範囲第1項から第3項のいずれかに記載の脚式移動ロボットの床反力検出装置。

5. 前記変位センサが上視面において局部的に複数個配置されると共に、前記床反力算出手段は、前記複数個の変位センサのそれぞれの出力に基づいて前記床反力を算出するように構成したことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項のい